

L2: Entry 5 of 6

File: DWPI

Jun 8, 1993

DERWENT-ACC-NO: 1993-216583

DERWENT-WEEK: 199327

COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mol beam epitaxial growth for low temp. baseplate surface cleaning - by remote plasma treating baseplate surface maintained in vacuum, and forming epitaxial layer above pretreated surface by irradiating mol beam in vacuum

PRIORITY-DATA: 1991JP-0302081 (November 18, 1991)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>05139881</u> A	June 8, 1993		004	C30B023/08

INT-CL (IPC): C23C 14/32; C30B 23/08; H01L 21/203

ABSTRACTED-PUB-NO: JP05139881A

BASIC-ABSTRACT:

The growth comprises remote plasma treating a baseplate surface maintained in a vacuum, and forming an epitaxial layer over the pretreated surface by irradiation of mol. beam under maintained vacuum.

The appts. comprises a reaction chamber 5 for the treatment having a first vacuum pump 9b, a remote plasma generator 3, a gas feed system 1 for the plasma formation, a growth chamber 8 for the epitaxial growth having a second vacuum pump 9c, and a transfer chamber 7 for transporting the baseplate from the reaction chamber to the growth chamber while maintaining the vacuum state.

ADVANTAGE - The baseplate surface is cleaned at a lower temp. by the treatment, without damage. The epitaxial growth effected under the continuing vacuum suppresses the density of the interfacial level. The gas for plasma formation may be H₂, N₂, AsH₃ or F₂, w.r.t. the purposes, and e.g. H₂ removes oxygen or other contaminants, or AsH₃ facilitates As retaining cleaning.

L3: Entry 4 of 5

File: JPAB

Jun 8, 1993

PUB-NO: JP405139881A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05139881 A
TITLE: MOLECULAR BEAM EPITAXIAL GROWING METHOD AND UNIT THEREFOR

PUBN-DATE: June 8, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YAMADA, TAKASHI

US-CL-CURRENT: 118/723ER
INT-CL (IPC): C30B 23/08; C23C 14/32; H01L 21/203

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the title method and unit capable of giving epitaxial layer of lower interfacial level density by effectively cleaning the surface of a substrate at lower temperatures.

CONSTITUTION: The surface of a substrate 20 held under a vacuum in a reaction chamber 5 is treated with a remote plasma from a plasma generator 3 followed by moving the substrate 20 into a growing chamber 8 while maintaining the vacuum state, where an epitaxial layer is formed by the title method.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05139881 A

(43) Date of publication of application: 08 . 06 . 93

(51) Int. Cl.

C30B 23/08

C23C 14/32

H01L 21/203

(21) Application number: 03302081

(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**

(22) Date of filing: 18 . 11 . 91

(72) Inventor: **YAMADA TAKASHI**

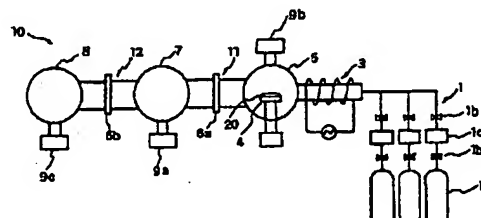
(54) MOLECULAR BEAM EPITAXIAL GROWING METHOD AND UNIT THEREFOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide the title method and unit capable of giving epitaxial layer of lower interfacial level density by effectively cleaning the surface of a substrate at lower temperatures.

CONSTITUTION: The surface of a substrate 20 held under a vacuum in a reaction chamber 5 is treated with a remote plasma from a plasma generator 3 followed by moving the substrate 20 into a growing chamber 8 while maintaining the vacuum state, where an epitaxial layer is formed by the title method.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



Partial Translation of Japanese Patent Application Laid Open
No.5-139881 (JP-A-5-139881)

[0005]

[Problem to be Solved by the Invention] Conventionally, in a common thermal processing, a substrate surface might be damaged by a high temperature. In order to sufficiently clean the surface, if a temperature of the thermal processing becomes excessively high, the surface is damaged and the surface can not be stabilized. On the other hand, if the thermal processing is carried out in such a manner that the surface is not damaged, the surface is not cleaned sufficiently in some cases.

[0008] It is an object of the present invention to solve the above problem, and to provide a molecular beam epitaxial method and an apparatus therefor capable of effectively cleaning a substrate surface at a lower temperature as compared with the prior art.

[0012]

[Effect] According to this invention, active plasma and radicals reach a substrate surface in a remote plasma processing, and contaminants such as absorbed molecules are

removed, and atoms supplied during the processing at the same time terminate and deactivate surface dangling bonds. As a result, a stabilized substrate surface can be obtained. If H_2 is used in the remote plasma processing, oxygen and the like on the substrate surface can be removed by a reduction reaction, and if AsH_3 is used, As-based compound semiconductor substrate such as GaAs can be cleaned while preventing As from being removed.

[0013] Since such a remote plasma processing is used, a substrate surface can be processed at a lower temperature as compared with the prior art. Therefore, it is possible to reduce damage of the substrate due to heat.

[0014] In the remote plasma processing, unlike a direct plasma processing, plasma is generated at a location different from and separated from a location of the substrate, and the plasma is guided to the substrate surface. In the remote plasma processing, the damage of the substrate by the plasma can be reduced, and the processing can also be applied for cleaning of a wafer having a large area.

[0019] The plasma CVD chamber 5 is provided with a susceptor 4 for placing the substrate thereon. The susceptor 4 is provided with a motor (not shown) for rotating the substrate. A superhigh vacuum pump 9b is attached to the

plasma CVD chamber 5.

On the other hand, high frequency induced plasma generating apparatus 3 is connected to the plasma CVD chamber 5. A raw gas supply system 1 having gas bomb 1a, a valve 1b and a mass flow controller 1c is mounted to the high frequency induced plasma generating apparatus 3.

[0022] In the apparatus having the above structure, first, a substrate 20 is mounted on the susceptor 4 of the plasma CVD chamber 5, and the chamber is evacuated using the superhigh vacuum pump 9b. At that time, a gate valve 6a is closed, and a preparation chamber 7 and the plasma CVD chamber 5 are completely isolated from each other. Thereafter, raw gas is supplied to the high frequency induced plasma generating apparatus 3 from the raw gas supply system 1. High frequency voltage is applied in the apparatus 3, and plasma and radicals are generated in the raw gas. The raw gas including the plasma and the radicals is introduced into the plasma CVD chamber 5 and the gas reaches a surface of the substrate 20. The substrate 20 is exposed to the gas while being rotated and is subjected to the remote plasma processing.

[0025] Although H_2 is used as the raw gas for forming the

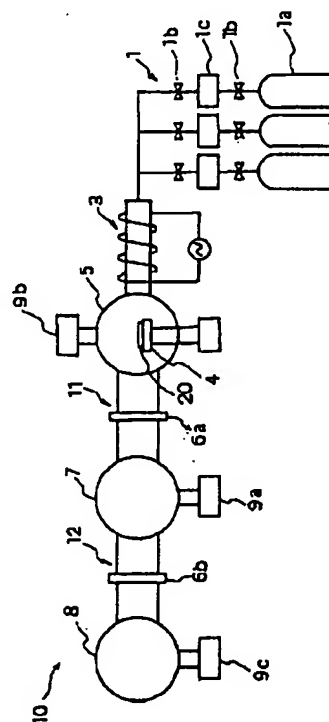
plasma in the above embodiment, N_2 , AsH_3 , F_2 and the like can also be used.

[Description of the Symbols]

- 1 row gas supply system
- 3 high frequency induced plasma generating apparatus
- 4 susceptor
- 5 plasma CVD chamber
- 6a, 6b gate valve
- 7 preparation chamber
- 8 growth chamber
- 9a, 9b, 9c superhigh vacuum pump

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)6月8日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空中で保持された基板の表面をリモートプラズマ処理する工程と、

真空状態を保ちながら、リモートプラズマ処理された基板の表面に分子線を照射して前記表面にエピタキシャル層を形成する工程とを備える、分子線エピタキシャル成長法。

【請求項2】 基板に分子線を照射して前記基板上にエピタキシャル層を形成するための装置において、前記基板を収容して前記基板の表面をリモートプラズマにさらすための反応室と、

前記反応室を排気するための第1の真空ポンプと、

前記反応室にリモートプラズマを供給するためのリモートプラズマ発生手段と、

前記リモートプラズマ発生手段にプラズマ形成のためのガスを供給するガス供給手段と、

前記リモートプラズマにより表面処理された基板を収容して、分子線エピタキシャル成長法を行なうための成長室と、

前記成長室内を排気するための第2の真空ポンプと、前記反応室と前記成長室とを真空状態を維持しながら連絡し、前記基板を前記反応室から前記成長室に搬送するための搬送室とを備える、分子線エピタキシャル成長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体デバイスへの応用のために表面単位や界面単位の少ない、すなわち界面特性のよい半導体エピタキシャル膜を作製する方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、分子線エピタキシャル成長法(MBE法)では、エピタキシャル成長前、その場において基板は、超高真空中またはAs雰囲気中で熱処理が行われてきた。この熱処理により、エピタキシャル成長すべき基板表面は清浄にされる。

【0003】一方、最近、「GaAs and Related Compounds, Atlanta, Georgia, 1988, pp. 47-52」に示されるように、3チャンバー型エッチング-分子線エピタキシャル装置を用いたMBE法が開発されてきている。この方法では、3チャンバーのうち1つのドライエッチングチャンバー内においてCl₂ガスを用い、熱エッチングまたはECRプラズマエッチングにより基板表面のクリーニングが行なわれる。

【0004】また、「GaAs and Related Compounds, Jersey, 1990, pp. 111-116」では、2チャンバー超高真空MBE装置を用い、その中の1つのチャンバー内でSe分子線を基板に照射し、GaAs表面のダングリングボンド

を終端して不活性化するとともに、a-Se保護膜を形成する方法が報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来、一般に行なわれてきた熱処理では、高温によって基板表面に損傷を与えることがあった。十分に表面の清浄化を行なおうとして熱処理が過度になると、このように表面に損傷を与え表面安定化を行なうことができなくなる一方、表面に損傷を与えないよう熱処理を行なうと、表面のクリーニングが不十分となることがしばしばあった。

【0006】上述した3チャンバー型の装置において、Cl₂を用いるECRプラズマエッチングでは、O、CおよびCl等の不純物が基板に残り、深い準位を生成させた。一方、上記文献においてCl₂を用いる熱エッチングは基板に清浄な表面をもたらしているが、熱処理により基板表面を損傷させるおそれがあった。

【0007】また、Se保護膜についての上記文献は、分子線エピタキシャル成長に対するSe膜の応用について何ら言及していない。

【0008】本発明の目的は、上記問題点を解決し、従来よりも低温で効果的に基板表面を清浄化することができる分子線エピタキシャル法およびその装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明にしたがう分子線エピタキシャル成長法は、真空中で保持された基板の表面をリモートプラズマ処理する工程と、真空状態を保ちながら、リモートプラズマ処理された基板の表面に分子線を照射してエピタキシャル層を形成する工程とを備える。

【0010】第2の発明にしたがう分子線エピタキシャル成長装置は、基板に分子線を照射して基板上にエピタキシャル層を形成するための装置において、基板を収容して基板の表面をリモートプラズマにさらすための反応室と、反応室を排気するための第1の真空ポンプと、反応室にリモートプラズマを供給するためのリモートプラズマ発生手段と、リモートプラズマ発生手段にプラズマ形成のためのガスを供給するガス供給手段と、リモートプラズマにより表面処理された基板を収容して分子線エピタキシャル法を行なうための成長室と、成長室内を排気するための第2の真空ポンプと、反応室と成長室とを真空状態を維持しながら連絡し、前記基板を反応室から成長室に搬送するための搬送室とを備える。

【0011】本発明において、リモートプラズマを形成するための原料ガスとして、たとえばH₂、N₂、AsH₃、およびF₂等を用いることができる。

【0012】

【作用】この発明にしたがえば、リモートプラズマ処理において活性なプラズマおよびラジカルが基板表面に到達し、吸着分子等の表面コンタミナントを除去するとと

もに、処理において同時に供給される原子が表面ダングリングボンドを終端して不活性化する。その結果、安定な基板表面を得ることができる。なお、リモートプラズマ処理において H_2 を用いれば、還元作用により基板表面の酸素等を除去することができ、 AsH_3 を用いれば、 $GaAs$ 等の As 系化合物半導体基板を As 抜けを防止しながらクリーニングすることができる。

【0013】このようなリモートプラズマ処理を用いるため、従来よりも低温で基板の表面処理を行なうことができる。したがって、熱による基板の損傷をより低減することができる。

【0014】また、ダイレクトプラズマ処理ではなくリモートプラズマ処理、すなわち基板の場所とは異なる離れた場所でプラズマを発生させてそれを基板表面に導く処理は、プラズマによる基板の損傷を少なくすることができる他、大面積ウェハのクリーニングにも適用することができる。

【0015】第1の発明にしたがって、リモートプラズマ処理の後、真空状態を維持しながら連続的にエピタキシャル成長へと移行する。したがって、基板表面を汚すことなくMBE法によりエピタキシャル層を形成することができる。

【0016】第2の発明にしたがう装置では、まず、反応室に基板を収容し、第1の真空ポンプで反応室内を真空にした後、リモートプラズマ発生手段から反応室内にリモートプラズマを供給して基板の表面を処理する。これにより、基板の表面は清浄化される。その後、真空状態が維持された搬送室を経由して、基板を反応室から第2のポンプで真空にされた成長室に搬送する。こうして、基板はその表面が清浄に保たれたまま成長室に収容される。その後、反応室内においてMBE法により基板表面にエピタキシャル層が形成される。以上のようにして、本発明にしたがう装置ではリモートプラズマ処理の後、基板表面を汚すことなくMBE法を行なうことができる。

【0017】

【実施例】図1に示す分子線エピタキシャル装置を用いて $GaAs$ 基板上にエピタキシャル層を形成した。

【0018】分子線エピタキシャル装置10において、中央部には準備室7が設けられている。準備室7には超高真空用ポンプ9aが接続され、その内部が排気されるようになっている。準備室7の一端は、第1搬送室11によりプラズマCVDチャンバー5と連絡され、他端は第2搬送室12により成長室8と連絡される。第1搬送室11および第2搬送室12にはゲートバルブ6a、6bがそれぞれ設けられており、準備室7とプラズマCVDチャンバー5、準備室7と成長室8をそれぞれ仕切るようになっている。

【0019】プラズマCVDチャンバー5には、基板を載置するためのサセプタ4が設けられる。サセプタ4に

は、基板を回転させるためモータ（図示省略）が装備されている。また、プラズマCVDチャンバー5には、超高真空用ポンプ9bが取付けられている。

【0020】一方、プラズマCVDチャンバー5には、高周波誘起プラズマ発生装置3が接続される。高周波誘起プラズマ発生装置3には、ガスボンベ1a、バルブ1bおよびマスフローコントローラ1cを有する原料ガス供給系1が取付けられている。

【0021】成長室8は、MBE法を行なうためのもので、図示しないが、分子線を噴出するためのセル等、MBE法に必要な通常の装備がなされている。また、成長室8にも超高真空用ポンプ9cが取付けられている。

【0022】以上のように構成される装置において、まず、基板20をプラズマCVDチャンバー5のサセプタ4に載置し、超高真空用ポンプ9bで排気を行なう。この時、ゲートバルブ6aは閉められており、準備室7とプラズマCVDチャンバー5は完全に隔離されている。その後、原料ガス供給系1から高周波誘起プラズマ発生装置3に原料ガスが供給される。同装置3において、高周波電圧が印加され、原料ガス中にプラズマおよびラジカルが発生される。プラズマおよびラジカルを含む原料ガスは、プラズマCVDチャンバー5内に導入され、基板20表面に達する。そして、基板20は回転されながらガスにさらされ、リモートプラズマ処理される。

【0023】リモートプラズマ処理の後、ゲートバルブ6aを開き、予め超高真空用ポンプ9aで排気された準備室7とプラズマCVDチャンバー5を連絡させる。ついで、第1搬送室11を通じて準備室7に基板を移動させる。次に、ゲートバルブ6aを閉じ、準備室7を超高真空（ $\sim 10^{-11}$ mb）まで到達させた後、ゲートバルブ6bを開け、予め超高真空用ポンプ9cにより超高真空にされた成長室8に第2搬送室12を通じて基板を移動させる。成長室8内に基板が収容されたらゲートバルブ6bを閉じ、MBE法を開始する。以上のようにして基板上にエピタキシャル層が形成される。

【0024】上述したと同様の構造を有する装置においてMBE成長を行なった。基板には $GaAs$ 、原料ガスには H_2 を用いた。 H_2 を50 sccm流し、13.56 MHzの高周波によりプラズマを発生させた。上述したように、 $GaAs$ 基板を回転させながら水素のプラズマおよびラジカルにさらして $GaAs$ 基板の表面を処理した。次に、上述した手順を踏んで $GaAs$ 基板を成長室に移動させ、通常の手順にしたがって、処理された基板表面に $AlGaAs$ をヘテロエピタキシャル成長させた。その後、MIS構造を形成し、そのC-V特性を測定することにより界面単位密度を求めた。その結果、表面をリモートプラズマ処理した後、エピタキシャル成長させた試料の界面単位密度は $\sim 1.0^{11} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{eV}^{-1}$ であった。一方、表面処理を行わずにヘテロエピタキシャル成長させた試料の界面単位密度は $\sim 1.0^{11} \text{ cm}^{-2} \cdot$

eV⁻¹であった。この結果より、リモートプラズマを用いた表面処理により、界面準位密度が約1桁減少することが明らかとなった。

【0025】なお、上記実施例ではプラズマを形成するための原料ガスとしてH₂を用いたが、その他にたとえば、N₂、AsH₃、およびF₂等を用いることができる。また、本発明にしたがう装置は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の構造および装備を有することができる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、基板表面のクリーニングにリモートプラズマを用いるため、従来よりも低温で、基板に損傷を与えることなく効果的に基板表面を清浄化することができる。

【0027】また、本発明では、基板表面のクリーニングの後、真空中において連続的にエピタキシャル成長させるので、界面準位密度を低く抑えてエピタキシャル成

長を行なうことができる。

【0028】したがって、本発明を表面準位密度の高いGaAsなどのIII-V族化合物半導体基板へのエピタキシャル成長に利用すると非常に効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にしたがう装置の一具体例を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 原料ガス供給系
- 3 高周波誘起プラズマ発生装置
- 4 サセプタ
- 5 プラズマCVDチャンバー
- 6a、6b ゲートバルブ
- 7 準備室
- 8 成長室
- 9a、9b、9c 超高真空用ポンプ

【図1】

